

P.G.  
66-

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-326939

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int.Cl. H01S 3/18  
H04J 14/00  
H04J 14/02

(21)Application number : 09-133614

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 23.05.1997

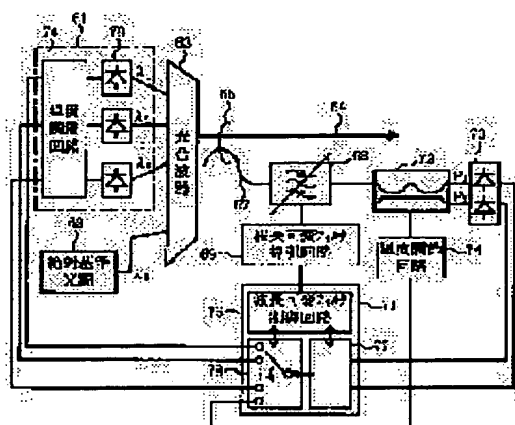
(72)Inventor : SAKAUCHI MASAHIRO

**(54) WAVELENGTH STABILIZATION DEVICE FOR MULTIPLE WAVELENGTH LIGHT SOURCE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wavelength stabilization device for a multiple wavelength light source, capable of making the small number of photodetectors be sufficient, thus eliminating the need of a highly accurate circuit device and reducing ambient temperature dependency.

**SOLUTION:** A signal light outputted from laser diodes 791-79N inside an N wave multi-wavelength light source 61 is multiplexed in an optical multiplexer 63, and the part of it is demultiplexed in an optical demultiplexer 65 and turned to monitor light 67. The monitor light 67 is inputted to a wavelength variable filter 68, one kind of each of the wavelengths is successively selected and inputted to an optical cycle filter 72, and the signal light P1 and P2 of a through port and a cross port is detected. A control part 71 computes a feedback amount based on them, and the temperature of the corresponding laser diode 79 is adjusted in a temperature adjustment circuit 74.

Thus, the two pieces of the photodetectors 73 are sufficient, and when the sweeping of the wavelength is performed, the need for a highly accurate circuit is eliminated.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 23.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-326939

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

P I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E

14/02

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-133614

(22) 出願日

平成9年(1997)5月23日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 坂内 正宏

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

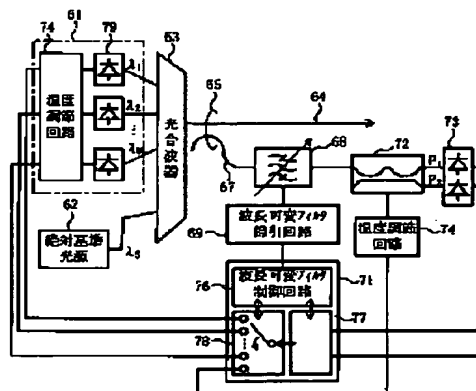
(74) 代理人 弁理士 山内 梅雄

(54) 【発明の名称】 多波長光源用波長安定化装置

(57) 【要約】

【課題】 光検出器の個数がわずかで足り、高精度の回路装置を不要とし、環境温度依存性も低減することのできる多波長光源用波長安定化装置を実現する。

【解決手段】 N波多波長光源61内のレーザダイオード79、～79、から出力された信号光は光合波器63で合波され、光分波器65でその一部が分波されてモニタ光67となる。モニタ光67は波長可変フィルタ68に入力され、順に1種類ずつの波長が選択されて光周期フィルタ72に入力され、光検出器73でスルーポートと信号光のクロスポートの信号光P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が検出される。制御部71はこれに基づいて帰還量を演算し温度調節回路74で対応するレーザダイオード79の温度調節を行う。本発明によれば、光検出器73の個数が2個で足り、しかも波長の掃引を行えば、高精度の回路が不要になる。



特開平10-326939

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度調節回路によってそれぞれ温度調節される複数のレーザダイオードを各波長の信号光出力用に備えた多波長光源から出力される多波長の信号光を入力してこれらレーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を順に選択する波長選択手段と、

この波長選択手段によって選択された波長の信号光を入力して位相の異なる2つの透過光を出力する光周期フィルタと、

この光周期フィルタの出力する2つの透過光を検出してそれぞれ電気信号に変換する光検出器と、

この光検出器のこれら2種類の検出結果を演算して前記波長選択手段によって選択された波長に対応するレーザダイオードの温度を帰還制御するための帰還量を、波長選択手段が波長の選択を行うたびに順に切り替えて前記温度調節回路に与える帰還ループとを具備することを特徴とする多波長光源用波長安定化装置。

【請求項2】 前記波長選択手段は掃引型波長可変フィルタで構成され、前記レーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を選択した時点で前記帰還ループの帰還制御によって該当するレーザダイオードの温度調節が完了し前記2種類の検出結果の演算値が所定の値となるまで掃引を一時停止することを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項3】 前記光周期フィルタの温度を調節する光周期フィルタ温度調節手段を備え、前記多波長光源から出力される波長以外の波長で所定の基準光源から出力される波長を前記波長選択手段が選択したとき前記光検出器の検出結果の演算による帰還量をこの光周期フィルタ温度調節手段に与えて光周期フィルタの温度制御を行うことを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項4】 前記光周期フィルタはマッハツェンダ型周波数光多量カブラで構成されていることを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項5】 前記光周期フィルタは光ファイバグレーティングで構成されていることを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は多波長光伝送システムにおける光源の安定化を図った多波長光源用波長安定化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多波長光伝送システムでは、それぞれ異なる複数の波長の光源を用意し、これらの光源から出力される光信号を合波して伝送するようになっている。

【0003】図8は、従来の多波長光源のための波長安定化装置を表わしたものである。この装置は、多波長光源11と、この多波長光源11から出力される複数の波

2

長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ を合波するための合波器12と、この合波器12に接続され、光信号の伝送を行う伝送線路13を備えている。多波長光源11には波長の監視を行うための波長計14が接続されている。

【0004】伝送線路13の途中には光分波器15が配置されており、伝送線路13を介して伝送される光信号の一部がモニタ光として分波されるようになっている。分波されたモニタ光は、掃引型可変波長フィルタ16に入力される。掃引型可変波長フィルタ16には掃引制御を行うためのフィルタ掃引制御回路17が接続されている。フィルタを通過した後のモニタ光の検出を行う光検出器18が接続されている。光検出器18の検出出力は、ピーク検出および誤差算出回路19に入力されるようになっている。フィルタ掃引制御回路17は、ピーク検出および誤差算出回路19および帰還ループ選択制御部21とも接続されており、これらの制御も行うようになっている。

【0005】ところで、多波長光源11は前記した $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の各波長の光信号を個別に出力するための第1～第Nのレーザダイオード23、～23と、これらのレーザダイオード23、～23の温度調節を行う温度調節回路24と、1つの波長監視用レーザダイオード25と、この波長監視用レーザダイオード25の駆動を行うAFC (Auto Frequency Control) 回路26とを備えている。ここで、波長監視用レーザダイオード25の波長は、波長計14によって常に監視されるようになっている。帰還ループ選択制御部21は、

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の各波長に対応してピーク検出および誤差算出回路19から出力される誤差信号27を順に選択して温度調節回路24に送出し、これらの波長にそれぞれ対応した第1～第Nのレーザダイオード23、～23の温度制御を行うようになっている。

【0006】このような構成の多波長光源用波長安定化装置では、図8に示した多波長光源11から出力される各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の光信号が、合波器12によって合波され、伝送線路13に送り出される。その一部は、モニタ光として光分波器15から掃引型可変波長フィルタ16に入力される。フィルタ掃引制御回路17は、掃引型可変波長フィルタ16に対して周期的に波長の掃引を行い、モニタ光のそれぞれのピーク波長の情報を光検出器18によって時間軸上の電気パルス信号31に変換して、これをピーク検出および誤差算出回路19に送出するようになっている。

【0007】図9は、フィルタ掃引制御回路の動作を説明するためのものである。同図(a)は図8に示した掃引型可変波長フィルタ16によって波長を変化させていく掃引フィルタ32の様子を表わしたものである。同図(b)は、掃引型可変波長フィルタ16に入力されるモニタ光としての各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の光信号(WDM信号光波長)33を表わしている。同図(c)

(3)

特開平10-326939

3

は、掃引フィルタ32の掃引結果として光検出器18から出力される電気パルス信号31の波形を表わしている。ここでは、一例として時間 $\Delta t$ ごとに各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の光信号のピークが現われている。

【0008】図8に戻って説明を続ける。ピーク検出および誤差算出回路19では、電気パルス信号31のそれぞれのピーク位置を検出し、各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対応するものとして予め設定していた位置との比較を行って一連の誤差信号27を算出する。誤差信号27は帰還ループ選択制御部21に順次入力される。フィルタ掃引制御回路17は各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対応するものを順次選択し、誤差信号27、～27、として温度調節回路24に送出させる。温度調節回路24は、これらの誤差信号27、～27、を用いて、第1～第Nのレーザダイオード23、～23、の温度制御を行なうことで、それぞれの波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の調整を行う。波長監視用レーザダイオード25は、波長計14によってその波長が常に監視されており、規定波長からの誤差分はAFC回路26に帰還されている。したがって、波長監視用レーザダイオード25の波長を固定することで多波長光源11の全波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対する絶対波長安定性が確保されることになる。

【0009】図10は、従来の多波長光源用波長安定化装置の他の例を表わしたものである。この図10で図8と同一部分には同一の符号を使用しており、これらの説明を適宜省略する。この図10で多波長光源41は第1～第Nのレーザダイオード23、～23、と温度調節回路24から構成されている。多波長光源41から出力される各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の光信号と絶対基準光源42から出力される基準となる絶対波長の光信号とは光合波器12に入力されて合波され、伝送線路13に送り出される。その一部は、モニタ光として分光波器15から波長弁別器44に入力される。

【0010】波長弁別器44は、それぞれの波長に対して位相が反転した2つの透過光出力を隣接するポートから得るようになっていて、これら各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ および絶対波長ごとの2つの透過光出力は、光検出器45の対応する検出素子に入力されて電気信号に変換される。それぞれの波長についての対の電気信号は、各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対応した誤差検出器46、～46、および絶対波長に対応した誤差検出器47に入力される。

【0011】それぞれの誤差検出器46、～46、47では、図11に示すように、各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ごとにそれぞれ隣接するポートの出力パワーの比が1になるように誤差信号27、～27、48を出力する。このうちの各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ に対応した誤差信号27、～27、は、温度調節回路24に供給されて温度による帰還制御が行われ、第1～第Nのレーザダイオード23、～23、の波長の制御が行われる。ま

4

た、誤差検出器47から出力される誤差信号48は温度調節回路49帰還され、これを基にして絶対波長に対する温度制御が行われる。これにより、環境温度変化に対する安定した波長弁別特性が保証されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の多波長光源用波長安定化装置のうち、図8に示した装置では、次のような問題があった。まず、掃引型可変波長フィルタ16として、透過帯域幅が十分に狭く、波長選択性が高いものが必要とされ、装置のコストアップを招くということである。これは、ピーク検出および誤差算出回路19におけるピーク検出回路部分でピークを検出する際に、掃引型可変波長フィルタ16の透過帯域幅が広いと、雑音等の影響によってピーク位置の検出を正確に行うことができないことによるものである。

【0013】図8に示した装置の第2の問題点は、掃引型可変波長フィルタ16を駆動するためのフィルタ掃引制御回路17の波長掃引特性、すなわち掃引時間に対する透過ピーク波長のリニアリティおよび安定性に高い精度が要求され、同様にこれが装置のコストアップを招く要因になるということである。この装置では、多波長光源の相対的なピーク波長の位置の情報を時間軸上の電気パルス信号列に変換しているため、掃引時間に対する透過ピーク波長特性のリニアリティや安定性が、多波長光源の波長精度を決定する要因になるからである。

【0014】また、図10に示した従来の多波長光源用波長安定化装置では、まず第1として、原理的に光検出器45を構成する検出素子の数が多波長光源41の各波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の総数の2倍の個数だけ必要になり、これがコストアップの要因になるという問題があった。また、第2の問題点として絶対基準光源42に対して波長弁別器44の全体の温度を安定化させる構成をとっているものの、波長弁別器44自体が比較的大きな光学デバイスであるため、環境温度変動に対する高精度な温度の安定化が困難であるという問題があった。これにより、高い波長精度を期待することが困難であった。更に図10に示した装置では、波長弁別器44によってその扱うことのできる多波長光源の波長数が限定されてしまうという問題もあった。

【0015】そこで本発明の目的は、光検出器の個数がわずかで足り、しかも高精度の回路装置を不要とし、環境温度依存性も低減することのできる多波長光源用波長安定化装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)温度調節回路によってそれぞれ温度調節される複数のレーザダイオードを各波長の信号光出力用に備えた多波長光源から出力される多波長の信号光を入力してこれらレーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を順に選択する波長選択手段と、(ロ)この波長選

(4)

特開平10-326939

5

6

択手段によって選択された波長の信号光を入力して位相の異なる2つの透過光を出力する光周期フィルタと、

(ハ) この光周期フィルタの出力する2つの透過光を検出してそれぞれ電気信号に変換する光検出器と、(ニ) この光検出器のこれら2種類の検出結果を演算して波長選択手段によって選択された波長に対応するレーザダイオードの温度を帰還制御するための帰還量を、波長選択手段が波長の選択を行うたびに順に切り替えて温度調節回路に与える帰還ループとを多波長光源用波長安定化装置に具備させる。

【0017】すなわち請求項1記載の発明では、波長選択手段によって多波長の信号光の中から1種類ずつ信号光を選択し、光周期フィルタに入力することで、この出力側に配置された光検出器の個数がレーザダイオードの数によらずに最小限の数で足りることにしている。また、光周期フィルタが、入力された波長の信号光を例えば位相が180度異なるような位相の異なる2種類の信号光を出力するので、これを基にして波長安定点に波長をシフトさせるための帰還量を温度調節回路に帰還させて、1種類ずつレーザダイオードの温度調節を行えるようにしている。

【0018】請求項2記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置の波長選択手段が導引型波長可変フィルタで構成され、レーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を選択した時点で帰還ループの帰還制御によって該当するレーザダイオードの温度調節が完了し2種類の検出結果の演算値が所定の値となるまで導引を一時停止することを特徴としている。

【0019】すなわち、請求項2記載の発明では、波長選択手段が導引型波長可変フィルタで構成されることで、例えば多波長の信号光を順に導引することで短波長から1種類ずつレーザダイオードの温度調節を行うことができる。

【0020】請求項3記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置が光周期フィルタの温度を調節する光周期フィルタ温度調節手段を備え、多波長光源から出力される波長以外の波長で所定の基準光源から出力される波長を波長選択手段が選択したとき光検出器の検出結果の演算による帰還量をこの光周期フィルタ温度調節手段に与えて光周期フィルタの温度制御を行うことを特徴としている。

【0021】すなわち、請求項3記載の発明では、多波長光源用波長安定化装置の中で温度調節が唯一必要とされる光周期フィルタの温度を調節することとして、環境温度の変動に高幅度に対処できるようにしている。

【0022】請求項4記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置の光周期フィルタはマッハツェンダ型周波数多量カプラで構成されていることを特徴としており、請求項5記載の発明ではこれが光ファイバグレーティングで構成されていることを特徴として

いる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【0024】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0025】図1は本発明の一実施例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示したものである。この装置は、N波多波長光源61と、基準となる絶対基準光源62と、これらから出力される複数の波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ および $\lambda_0$ を合波するための融着型の光ファイバカプラからなる光合波器63と、この光合波器63から伝送線路64に送出される信号光を分注する光分波器65と、この光分波器65から分注されたモニタ光67を入力する波長可変フィルタ68と、この波長可変フィルタ68の導引を行って単一の波長を選択し、ピーク波長の位置で導引を一時停止する波長可変フィルタ導引回路69およびその制御等を行う制御部71と、波長可変フィルタ68の出力する選択された波長のモニタ光を入力する光周期フィルタ72と、光周期フィルタ72の出力側に配置された一対のフォトダイオードからなる光検出器73と、光周期フィルタ72の温度調節を行う温度調節回路74とから構成されている。

【0026】本実施例で光分波器65は入力された信号光を1対1の比率でモニタ光67として分注し、波長可変フィルタ68に供給するようになっている。波長可変フィルタ68で選択された特定の単一波長の信号光は、光周期フィルタ72に入力され、これによって得られる光検出器73の出力は制御部71に入力されるようになっている。制御部71は、制御用のCPU（中央処理装置）によって構成されており、波長可変フィルタ制御回路76と、ピーク検出および帰還量算出回路77と、帰還ループ選択制御回路78とを機能的に実現している。そして、光検出器73の出力をピーク検出および帰還量算出回路77に入力して、それぞれの波長のピーク検出と帰還量の算出を行い、帰還ループ選択制御回路78に帰還量を与えるようになっている。帰還ループ選択制御回路78は、N波多波長光源61内の各レーザダイオード79、～79<sub>N</sub>に対応させて、帰還量を温度調節回路74に供給し温度の調整を行うようになっている。

【0027】なお、第1～第Nのレーザダイオード79、～79<sub>N</sub>は、それぞれ図示しないサーミスタ（温度検出器）と温度調節用のペルチェ素子を備えたDFBレーザモジュールで構成されている。ペルチェ素子はレーザダイオード79の加熱や冷却を行う素子である。各レーザダイオード79、～79<sub>N</sub>は、それらの出力パワーをモニタするための図示しないフォトダイオードと、その出力を用いて出力パワーを一定に制御するためのAPC（Auto Power Control）回路も備えている。これにより、各レーザダイオード79、～79<sub>N</sub>から出力される

(5)

特開平10-326939

7

8

信号光のパワーが一定に保たれる。温度調節回路74は、これらサーミスタやヘルチエ素子と共に温度制御を行う機能を有しており、制御部71から与えられる電圧値を制御の基準電圧に使用して、対応するこれらのレーザダイオード79、～79.の温度調節を行うようになっている。

【0028】波長可変フィルタ68は本実施例で音響光学フィルタを使用している。音響光学フィルタは、光の入出力ポートと、RF信号入力ポートを有しており、RF信号の周波数の変化に応じてフィルタの入力光に対する透過ピーク波長が変化するようにした光学デバイスである。波長可変フィルタ帰引回路69は、音響光学フィルタからなる波長可変フィルタ68に与えるRF信号を生成する回路である。波長可変フィルタ帰引回路69は波長可変フィルタ68にRF信号を出力するためのRF信号出力ポートと、波長可変フィルタ制御回路76から入力する入力電圧ポートを有している。本実施例の波長可変フィルタ帰引回路69は内蔵の電圧制御発振器（VCO）によって、入力電圧に比例した周波数のRF信号を生成し、これを波長可変フィルタ68の駆動に必要なパワーにまで電力増幅する機能を有している。

【0029】図2は、光周期フィルタの構成を表わしたものである。光周期フィルタ72は、それぞれ1つずつの入力ポート81、スルーポート82、クロスポート83を備えたシステム多量光カプラによって構成されている。本実施例では、マッハツェンダ型周波数多量カプラを使用している。その入力ポート81には、すでに説明したように波長可変フィルタ68からその都度選択的に出力される単一波長の信号光が入力される。スルーポート82とクロスポート83の出力は、光検出器73（図1）を構成する別々のフォトダイオードに入射するようになっている。

【0030】図3は、マッハツェンダ型周波数多量カプラで構成された光周期フィルタの透過波長特性を表わしたものである。今、光周期フィルタ72の入力ポート81（図2）に、第1のレーザダイオード23、から出力される波長 $\lambda_1$ の信号光からなるモニタ光が入力されるものとする。波長を横軸に表わし、相対出力強度を縦軸に表わすと、実線で示すようなスルーポート82の信号光特性91と、点線で示すようなクロスポート83の信号光特性92が得られる。今、ある波長 $\lambda_1$ に着目してみると、このときのスルーポートの信号光の出力はP、 $\lambda_2$ 、クロスポートの信号光の出力はP<sub>2</sub>になる。これらを光検出器73（図1）内の一対のフォトダイオードが別々に検出することになる。検出された電流値は内蔵の図示しない電流-電圧変換回路を用いて電圧値に変換されて制御部71へ出力される。

【0031】制御部71内のピーク検出および帰還量算出回路77は、光検出器73の検出出力を入力して、一対のフォトダイオードの検出出力が等しくなるよう

に、すなわち2つの信号光の出力P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が等しくなるような波長となるような誤差分を帰還量として算出し、これを帰還ループ選択制御回路78に供給する。帰還ループ選択制御回路78は、波長可変フィルタ制御回路76が波長可変フィルタ帰引回路69に単一の特定波長を選択させるのに対応付けて、レーザダイオード79（この例の場合にはレーザダイオード79、）に対応する帰還量として温度調節回路74に供給する。このようなフィードバック制御が行われる結果として、図3に示す波長安定点93の波長となるように第1のレーザダイオード23、についての温度制御が行われる。

【0032】このようにして第1のレーザダイオード23、についての温度調節が完了したら、制御部71内のピーク検出および帰還量算出回路77は、波長可変フィルタ制御回路76に第2のレーザダイオード23、の波長 $\lambda_2$ の信号光の調整を依頼する。これにより、波長可変フィルタ帰引回路69は波長可変フィルタ68を波長 $\lambda_2$ の信号光を通過させるフィルタ特性に設定する。そして、前記したと同様な制御によって第2のレーザダイオード23、についての温度調節を行うことになる。このとき、帰還ループ選択制御回路78は、第2のレーザダイオード23、に対応する経路で帰還量を温度調節回路74に供給するように出力ポートの選択を行う。制御部71は帰還量の算出や帰引制御および帰還ループ選択のタイミング制御も管理する。以下同様にして、第3のレーザダイオード23、以降についての温度調節が継続することになる。

【0033】波長 $\lambda_N$ についての第Nのレーザダイオード23、までの温度調整が終了したら、同様の制御が再び波長 $\lambda_1$ から繰り返され、これによって環境温度の変動に対応することができる。また、これら第1～第Nのレーザダイオード23、～23.の波長の制御の合間に、絶対基準光源62についての波長 $\lambda_0$ の制御も行われる。一例としては、第1のレーザダイオード23、の制御が開始する直前に絶対基準光源62の制御が毎回行われる。このとき帰還ループ選択制御回路78から出力される帰還量は温度調節回路74に供給される。このように絶対基準光源62に対して光周期フィルタ72の温度を固定することによって、本実施例の多波長光源用波長安定化装置の絶対波長精度が保証される。なお、数値“N”は本実施例の多波長光源用波長安定化装置で“4”であるが、N波多波長光源61の構成によって、これより大きい値をとることも、小さい値をとることも自由である。

【0034】本実施例の多波長光源用波長安定化装置では、N波多波長光源61（図1）として1548、1550、1552および1554nmのそれぞれ2nm間隔の4波の光源を使用しているものとする。第1～第4のレーザダイオード23、～23.は、それぞれの波長に近く、かつレーザダイオードモジュールに対する温度



(6)

特開平10-326939

9

10

調整によって、これら4つの波長に合わせることができ  
る特性のものを使用している。第1～第4のレーザダイ  
オード23、～23、から出力される信号光は、4対1  
の光スターカプラからなる光合波器63に入力されて1  
本の光ファイバに合波されることになる。

【0035】図4は、制御部による温度調整制御の流れ  
を表わしたものである。制御部71は内蔵のCPUが、  
同じく内蔵のROM（リード・オンリ・メモリ）に格納  
されたプログラムを実行することによって一連の制御を  
実現する。すなわち、制御部71はその制御が開始され  
ると初期設定を行い（ステップS101）、波長数を計  
数するための波長数カウンタ変数“counter”の初期化  
（“counter=0”）を行う（ステップS102）。続  
いて、波長可変フィルタ導引回路69を介して短波長側  
から導引を開始する（ステップS103、S104）。

【0036】波長可変フィルタ68の出力光は光周期フ  
ィルタ72の入力ポートに入力され、出力P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が  
得られる。これを基にして制御部71が波長可変フィル  
タ68の透過光パワーの最大値を検出すると（ステッ  
プS105：Y）、導引が一時的に停止される（ステッ  
プS106）。この状態で制御部71はスルーポートの  
出力とクロスポートの出力との誤差を検出し、これら  
のポートの出力パワーが等しくなる波長（図3の波長安  
定点93の波長）に制御対象のレーザダイオード79の  
波長が安定するように、温度調節回路74に対する帰還  
量を算出する（ステップS107）。この帰還量の算出  
は、PID制御すなわち比例、積分および微分要素の線  
形結合により帰還量を規定する制御に基づくものとす  
る。

【0037】このようにして帰還量が算出されたら、C  
PUは波長数カウンタ変数“counter”が“0”である  
かどうかをチェックする（ステップS108）。本実施  
例では“counter=0”を絶対基準光源62として割り  
当てているので、算出された帰還量が絶対基準光源62  
用のものか温度調節回路74に対するものかチェック  
して、帰還量の送出先を設定するためである。すなわ  
ち、“0”である場合には（Y）、温度調節回路74の  
ための出力ポートを選択し（ステップS109）、帰還  
量をこれに出力する（ステップS110）。この後、波  
長数カウンタ変数“counter”の値を“1”だけカウン  
トアップする（ステップS111）。そして、カウン  
トアップ後の波長数カウンタ変数“counter”の値が“N  
+1”（本実施例では“4+1”）となっているかどう  
かのチェックを行う（ステップS112）。この例の場  
合には波長数カウンタ変数“counter”の値が“1”な  
ので（N）、ステップS104に戻って第1の波長λ<sub>1</sub>  
に設定するための導引が開始されることになる。

【0038】一方、ステップS108で波長数カウン  
タ変数“counter”が“0”以外であった場合には  
（N）、帰還ループ選択制御回路78がそのカウント値、

に等しい帰還ループ選択ループ番号の出力ポートを選択  
する（ステップS113）。例えば第1の波長λ<sub>1</sub>につ  
いての帰還量が算出された場合には、第1のレーザダイ  
オード79、の温度調整を行うための第1の出力ポート  
が選択され、帰還量が出力されることになる（ステッ  
プS114）。温度調節回路74はこの帰還量を用いて第  
1のレーザダイオード79、の温度調整を実行する。第  
2～第4の出力ポートも同様に波長数カウンタ変数“co  
unter”に応じて選択されることになる。ステップS1  
14で帰還量が出力されたら、ステップS111に進ん  
で波長数カウンタ変数“counter”が“1”だけカウン  
トアップされることになる。この結果、カウントアップ  
後の波長数カウンタ変数“counter”の値が“N+1”  
となっていれば（Y）、第Nのレーザダイオードモジュ  
ールまでの温度調整が終了したことになる。そこで、こ  
の場合には再び調整サイクルを最初から開始させるため  
にステップS102に戻ることにする。

【0039】以上説明したように本実施例の多波長光源  
用波長安定化装置では、設定波長からのずれを光周期フ  
ィルタ72の2つの出力ポート91、92の光出力の比  
で規定することにした。したがって、波長可変フィル  
タ68は各波長λ<sub>1</sub>、λ<sub>2</sub>、……λ<sub>N</sub>、λ<sub>N+1</sub>の選択を順次  
行っていくだけでよい。すなわち、波長安定度が波長可  
変フィルタ68の波長選択性としてのフィルタの透過帯  
域幅や波長可変フィルタ導引回路69の精度に依存しな  
い。また、多波長光源の波長数に依らず、必要な光検出  
器の検出素子の個数が2個分で足り、図10で示した光  
検出器45を構成する検出素子と比べると光検出器の構  
成の大幅な簡略化が可能になる。また、温度依存性を有  
するデバイスが比較的小型の光周期フィルタ72のみと  
なるため、多波長光源用波長安定化装置全体として高精  
度の温度制御が可能になり、温度依存性が低減されるこ  
とになる。

#### 【0040】変形例

【0041】図5は、本発明の変形例における多波長光  
源用波長安定化装置の回路構成を表わしたものである。  
この図で先の実施例の図1と同一部分には同一の符号を  
付しており、これらの説明を適宜省略することにする。  
この図に示すように変形例の多波長光源用波長安定化装  
置では、先の実施例で光周期フィルタ72として使用さ  
れたマッハツェンダ型周波数光多重カプラの代わりに光  
ファイバグレーティング101を使用している。光ファ  
イバグレーティング101とは、光ファイバのコアおよ  
びクラッドの境界面付近に回折格子を書き込んだもの  
で、ブラッグ反射によって特定の波長の光のみを反射  
し、それ以外の波長の光を透過させるようにした光ファ  
イバ型光学デバイスである。

【0042】この変形例では、光ファイバグレーティ  
ング101のこのような特性を利用してこれを透過型帯域  
阻止フィルタとして使用している。波長可変フィルタ6

(7)

特開平10-326939

11

12

8の出力光は、光ファイバグレーティング101からの反射光をN波多波長光源61(図1)側に戻さないための光アイソレータ102を通過した後、融着型光カプラーのような1対1光分波器103で分波される。そして、光ファイバグレーティング101にこの分波光を通過させる。

【0043】図6は光ファイバグレーティングを具体的に表わしたものである。光ファイバグレーティング101はN段直列接続された構成となっており、その最終段に接続された光検出器73で信号光の検出を行うようにしている。ここで、それぞれの光ファイバグレーティング部分101<sub>1</sub>、～101<sub>n</sub>は、順に波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、…… $\lambda_n$ よりも± $\delta$ だけシフトさせている。

【0044】図7は、この変形例の光ファイバグレーティングにおける信号光の各波長と光検出器の得る相対出力強度との関係を表わしたものである。信号光の各出力強度はそれぞれの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、…… $\lambda_n$ に対して実線111あるいは点線112で示すようになっており、光検出器73内の2つの検出素子オードの検出の差分に応じた帰還量をフィードバックすることで、差分が“0”となるような波長(実線111と点線112で示した特性曲線が交叉する波長)に調整することができる。先の実施例の多波長光源用波長安定化装置では、N波多波長光源61が等間隔の波長配置に限定されるが、この変形例では波長間隔が等しくないようなN波多波長光源に対しても適用することができることになる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明によれば、波長選択手段によって多波長の信号光の中から1種類ずつ信号光を選択し、周期的なバンドパス特性を有する光周期フィルタに入力するようにしたので、この出力側に配置された光検出器の個数をレーザダイオードの数によらずに2個に抑えることができる。これにより、多波長光源を構成するレーザダイオードの数が増加しても、光検出器の個数を変更する必要がなく、多波長光源用波長安定化装置の改造が容易になるばかりでなく、装置のコストアップを防止することができるという利点がある。また、光周期フィルタを小型の周波数多重光カプラーで構成することができ、この場合には温度の制御が容易となって、高精度の温度安定化を容易に実現することができる。

【0046】また請求項2記載の発明によれば、掃引型波長可変フィルタで波長選択手段を構成したので、多波長光源の波長安定性がフィルタの波長透過性および掃引回路の精度に依存しなくなり、これら、掃引型波長可変フィルタや掃引回路を安価に製作することができるという

利点がある。

【0047】更に請求項3記載の発明では、各波長のレーザダイオードに対して順に温度調節のための帰還量をフィードバックしていくことにしているので、環境温度の変動に高精度に対処することができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示すブロック図である。

10 【図2】本実施例で使用する光周期フィルタの各ポートを示す説明図である。

【図3】本実施例で使用する光周期フィルタの透過波長特性と波長の制御原理の関係を示した説明図である。

【図4】本実施例で制御部による温度調整制御の流れを表わした流れ図である。

【図5】本発明の変形例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の変形例における光ファイバグレーティングおよびその周辺を表わした説明図である。

20 【図7】本発明の変形例における光ファイバグレーティングの透過波長特性と波長の制御原理の関係を示した説明図である。

【図8】従来の多波長光源用波長安定化装置の第1の例についてその構成を示したブロック図である。

【図9】フィルタ掃引制御回路の動作を説明するための各種波形図である。

【図10】従来の多波長光源用波長安定化装置の第2の例についてその構成を示したブロック図である。

30 【図11】図10に示した誤差検出器の動作を説明するための波形説明図である。

【符号の説明】

41 多波長光源

61 N波多波長光源

62 絶対基準光源

63 光合波器

65 光分波器

67 モニタ光

68 波長可変フィルタ

71 制御部

40 72 光周期フィルタ

73 光検出器対

74 温度調節回路

79 レーザダイオード

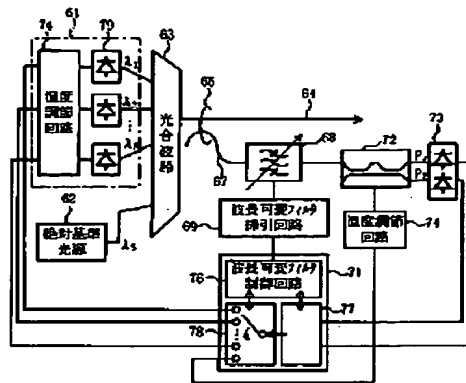
101 光ファイバグレーティング

103 1対1光分波器

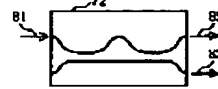
(8)

特開平10-326939

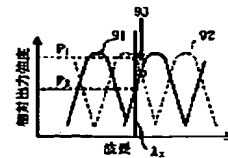
【図1】



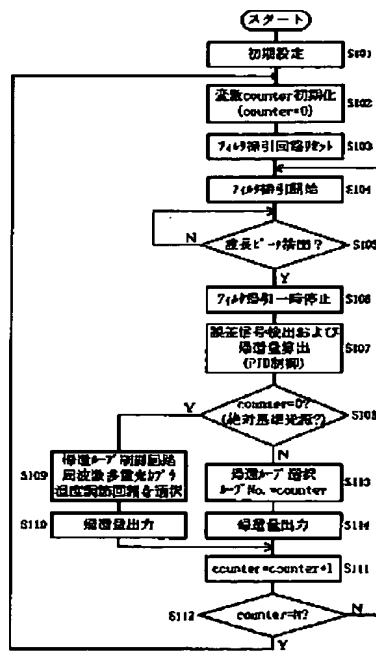
【図2】



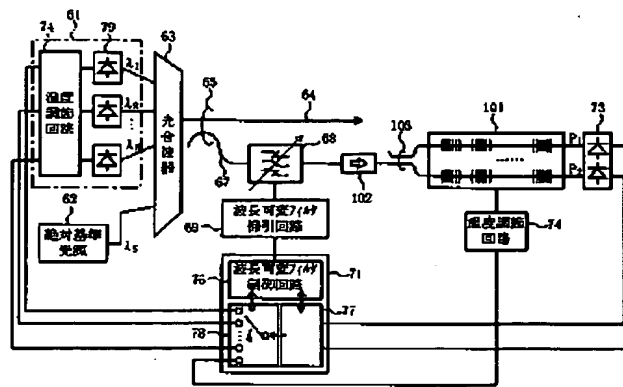
【図3】



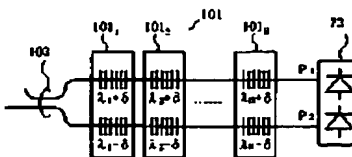
【図4】



【図5】



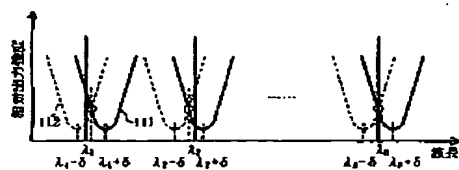
【図6】



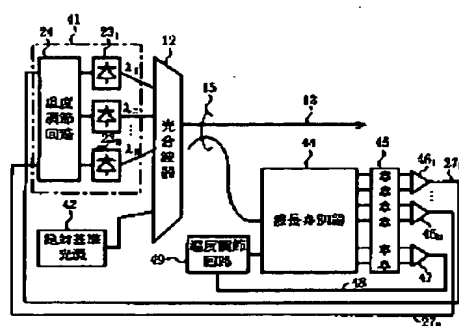
(9)

特開平10-326939

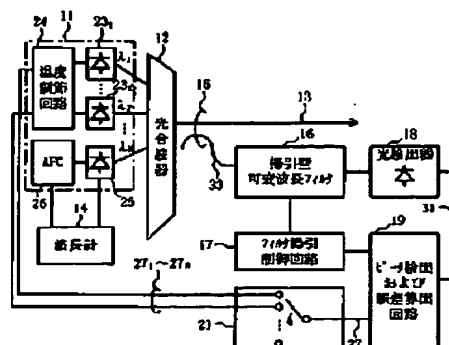
【図7】



【図10】



【図8】



【図11】

